



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

252 270

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 18 06 85
(21) PV 4431-85

(51) Int. Cl.⁴

H 03 K 17/04,
H 03 K 17/12,
H 02 M 3/335

(40) Zveřejněno 15 01 87
(45) Vydáno 01 11 88

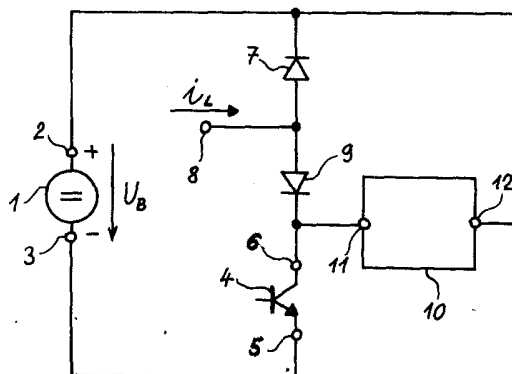
(75)
Autor vynálezu

PATOČKA MIROSLAV ing., BRNO

(54)

Zapojení spínače a vypínatelným výkonovým
spínacím prvkem

Řešení se týká zapojení spínače s vypínatelným výkonovým spínacím prvkem, jehož první elektroda je připojena na zápornou svorku zdroje stejnosměrného napětí a jehož druhá elektroda je připojena na anodu nulové diody, jejíž katoda je připojena na kladnou svorku zdroje stejnosměrného napětí, přičemž anoda nulové diody tvoří výstup spínače. Účelem zapojení je docílit snížení výkonových ztrát, vznikajících na vypínatelném výkonovém spínacím prvku při jeho vypínání, a vyloučení ztrát vlastního odlehčovacího obvodu při současném umožnění činnosti spínače nejen v jednokvadrantovém pulsním měniči, ale i ve dvoukvadrantovém a čtyřkvadrantovém pulsním měniči. Uvedeného účelu se dosáhne zejména využitím rezonančního děje při nabíjení kondenzátorů, uspořádaných v odlehčovacím dvoupólu spínače a použitím oddělovací diody.



Vynález se týká zapojení spínače s vypínatelným výkonovým spínacím prvkem, jehož první elektroda je připojena na zápornou svorku zdroje stejnosměrného napětí a jehož druhá elektroda je připojena na anodu nulové diody, jejíž katoda je připojena na kladnou svorku zdroje stejnosměrného napětí, přičemž anoda nulové diody tvoří výstup spínače.

Spínač s vypínatelným výkonovým spínacím prvkem slouží k pulsní regulaci elektrické energie ze zdroje stejnosměrného napětí do zátěže. Uvažovaný spínač je zapojen jako jednokvadrantový pulsní měnič, v němž vypínatelný výkonový spínací prvek, ošetřený odlehčovacím obvodem, omezujícím výkonové ztráty při jeho vypínání, je zapojen směrem k záporné svorce zdroje stejnosměrného napětí a nulová dioda je zapojena směrem ke kladné svorce zdroje stejnosměrného napětí. Tento spínač je předurčen pro použití ve dvoukvadrantových i čtyřkvadrantových pulsních měničích, ve kterých musí spolupracovat se spínačem zrcadlově převráceným, u kterého je vzájemně zaměněna poloha vypínatelného výkonového spínacího prvku a nulové diody.

Při spínání a vypínání vypínatelného výkonového spínacího prvku, například bipolárního tranzistoru, unipolárního tranzistoru, nebo vypínatelného tyristoru typu GTO, dochází k jeho výkonovému přetěžování, způsobenému tím, že během vypínací i spínací doby se na vypínatelném výkonovém spínacím prvkem objevuje současně velké napětí i velký proud. U pulsních měničů, zpracovávajících velké napětí, řádově stovek voltů, a velké proudy, řádově desítek až stovek ampérů, vyvstávají

tedy nutně problémy s výkonovou ztrátou na vypínatelném výkonovém spínacím prvku, pracujícím při vysokých přepínacích kmitočtech v oblasti jednotek až desítek kilohertzů. Vypínatelný výkonový spínací prvek mívá obvykle vypínací dobu delší než spínací dobu a navíc bývá účelné z hlediska jeho spolehlivosti zajistit zánik proudu, protékajícího vypínatelným výkonovým spínacím prvkem dříve, než napětí na něm dosáhne příliš velké hodnoty. Potom pro některé aplikace postačí ošetřit vypínatelný výkonový spínací prvek odlehčovacím obvodem, omezujícím výkonovou ztrátu pouze při jeho vypínání. Tato snaha vedla ke konstrukci různých odlehčovacích obvodů ztrátových, obsahujících kondenzátory, cívky, odpory, diody, případně i aktivní polovodičové prvky. V těchto odlehčovacích obvodech je energie kondenzátorů mařena ve zmíněných odporech. Existují i bezeztrátové odlehčovací obvody, které však obsahují velký počet prvků, kde aktivní i pasivní polovodičové prvky jsou v nich extrémně namáhány a rovněž i doby, potřebné k navrácení odlehčovacího obvodu do výchozího stavu, bývají dlouhé. U některých odlehčovacích obvodů, obsahujících více kondenzátorů, bývají tyto kondenzátory připojeny k vypínatelnému výkonovému spínacímu prvku přes různý počet obvodových prvků a tím mají zákonitě v serii za sebou připojeny rozdílné parazitní indukčnosti, které nedovolují rovnoměrné rozdělení nabíjecích proudů těchto kondenzátorů. U většiny těchto odlehčovacích obvodů není vyřešena otázka jejich vzájemného ovlivňování ve dvoukvadrantových a čtyřkvadrantových pulsních měničích, kde spínač, ošetřený odlehčovacím obvodem, je nucen spolupracovat se spínačem v zrcadlově převrácené konfiguraci, t.j. u kterého je vzájemně převrácená poloha vypínatelného výkonového spínacího prvku a nulové diody.

Výše uvedené nedostatky jsou odstraněny u zapojení spínače s vypínatelným výkonovým spínacím prvkem podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že mezi druhou elektrodu vypínatelného výkonového spínacího prvku a anodu nulové diody je vřazena oddělovací dioda, připojená na druhou elektrodu vypínatelného výkonového spínacího prvku svou katodou a svou

anodou na anodu nulové diody, přičemž na druhou elektrodu vypínatelného výkonového spínacího prvku je připojen odlehčovací dvoupól svou první svorkou, který je svou druhou svorkou připojen na kladnou svorku zdroje stejnosměrného napětí.

Další podstata vynálezu spočívá v tom, že odlehčovací dvoupól je tvořen první diodou, jejíž katoda je připojena na anodu třetí diody, jejíž katoda je připojena přes cívkou a s ní v serii zapojený druhý kondenzátor na anodu první diody, jejíž katoda je dále připojena přes první kondenzátor na katodu druhé diody, jejíž anoda je připojena na spoj mezi cívkou a druhým kondenzátorem, přičemž anoda první diody tvoří první svorku odlehčovacího dvoupólu a katoda druhé diody tvoří druhou svorku odlehčovacího dvoupólu.

Ještě další podstata vynálezu spočívá v tom, že odlehčovací dvoupól je tvořen první diodou, jejíž katoda je připojena na anodu třetí diody, jejíž katoda je připojena přes cívkou a s ní v serii zapojený druhý kondenzátor na anodu první diody, jejíž katoda je dále připojena přes první kondenzátor na katodu druhé diody, jejíž anoda je připojena na spoj mezi cívkou a druhým kondenzátorem a jejíž katoda je dále připojena přes odpor na katodu čtvrté diody, jejíž anoda je připojena na katodu třetí diody, přičemž anoda první diody tvoří první svorku odlehčovacího dvoupólu a katoda druhé diody tvoří druhou svorku odlehčovacího dvoupólu.

Ještě další podstata vynálezu pak spočívá v tom, že odlehčovací dvoupól je tvořen první diodou, jejíž katoda je připojena přes cívkou na anodu třetí diody, jejíž katoda je připojena přes druhý kondenzátor na anodu první diody, ke které je dále připojena anoda čtvrté diody, jejíž katoda je připojena přes odpor na anodu třetí diody, jejíž katoda je dále připojena na anodu druhé diody, jejíž katoda je připojena přes první kondenzátor na katodu první diody, přičemž anoda první diody tvoří první svorku odlehčovacího dvoupólu a katoda druhé diody tvoří druhou svorku odlehčovacího dvoupólu.

U řešení zapojení podle vynálezu je spínač s vypínatelným

výkonovým spínacím prvkem vybaven bezeztrátovým odlehčovacím dvoupólem, omezujícím výkonové ztráty ve vypínatelném výkonovém spínacím prvku při jeho vypínání. Výhodou rovněž je přítomnost oddělovací diody, která zabráňuje nabíjení prvního kondenzátoru a druhého kondenzátoru odlehčovacího dvoupólu při spolupráci spínače podle vynálezu se spínačem zrcadlově převráceným při provozu ve dvoukvadrantových nebo čtyřkvadrantových pulsních měničích. Další výhoda zapojení spínače podle vynálezu spočívá v tom, že při vypínání vypínatelného výkonového spínacího prvku přestává proud zátěže protékat tímto vypínatelným výkonovým spínacím prvkem a začíná protékat prvním kondenzátorem přes první diodu a druhým kondenzátorem přes druhou diodu odlehčovacího dvoupólu do kladné svorky zdroje stejnosměrného napětí. První kondenzátor i druhý kondenzátor mají s výhodou stejně velkou kapacitu a protože proud zátěže protéká přes odlehčovací dvoupól dvěma elektricky i prostorově shodnými paralelními cestami, vždy přes shodný počet prvků, které prakticky mají i stejnou parazitní indukčnost, je jeho rozdělení při průtoku prvním kondenzátorem a druhým kondenzátorem rovnoměrné. Za velkou výhodu zapojení podle vynálezu lze rovněž považovat i skutečnost, že při vypnutí vypínatelného výkonového spínacího prvku pracují vlastně první kondenzátor i druhý kondenzátor paralelně, tudíž je jejich efektivní kapacita dvojnásobná a naopak při sepnutí vypínatelného výkonového spínacího prvku dochází k nabíjení prvního kondenzátoru i druhého kondenzátoru sinusovým rezonančním proudovým půlkmitem přes třetí diodu a cívku tak, že první kondenzátor i druhý kondenzátor jsou zapojeny v sérii a jejich výsledná efektivní kapacita je tedy poloviční oproti kapacitě každého jednotlivého kondenzátoru. Výsledkem je velmi výhodný poměr efektivní kapacity při vypnutí vypínatelného výkonového spínacího prvku vůči efektivní kapacitě při jeho sepnutí o velikosti čtyři ku jedné a tudíž je minimalizována amplituda sinusového rezonančního proudového půlkmitu při zachování krátké doby trvání tohoto sinusového rezonančního proudového půlkmitu. Proto i přídavné proudové

namáhání vypínatelného výkonového spínacího prvku tímto sinusovým rezonančním proudovým půlkmitem je malé. Další výhodou zapojení spínače podle vynálezu je případné použití čtvrté diody a odporu v odlehčovacím dvoupólu, které zajistí zmaření energie, nashromážděné v cívce vlivem zotavovacího proudu třetí diody při skončení sinusového rezonančního proudového půlkmitu. Tím je chráněna třetí dioda, ve které by jinak byla tato energie mařena. Vzhledem k tomu, že zotavovací proud třetí diody je však řádově menší, než amplituda sinusového rezonančního proudového půlkmitu, je i parazitní energie cívky, způsobená tímto proudem, tak malá, že přítomnost odporu nenarušuje princip bezetrátovosti odlehčovacího dvoupólu.

Na připojených výkresech jsou znázorněny příklady provedení spínače s vypínatelným výkonovým spínacím prvkem v zapojení podle vynálezu, kde na obr. 1 je znázorněno celkové zapojení spínače, na obr. 2 je zobrazena základní varianta zapojení odlehčovacího dvoupólu, obr. 3 znázorňuje upravenou variantu zapojení odlehčovacího dvoupólu a obr. 4 ukazuje jinou možnou upravenou variantu zapojení odlehčovacího dvoupólu.

Spínač v zapojení podle vynálezu je tvořen vypínatelným výkonovým spínacím prvkem 4, jehož první elektroda 5 je připojena na zápornou svorku 3 zdroje 1 stejnosměrného napětí U_B . Tento vypínatelný výkonový spínací prvek 1 může být představován například alespoň jedním bipolárním tranzistorem typu NPN, jak je vyznačeno na obr. 1, nebo jím mohou být jakékoliv jiné výkonové spínací prvky, vypínané řídicím signálem, jako například bipolární tranzistory typu PNP, unipolární tranzistory, jejich paralelní řazení, nebo jejich kombinace v Darlingtonově zapojení, vypínatelné tyristory typu GTO, popřípadě i mechanické kontaktní spínače a podobně. Druhá elektroda 6 vypínatelného výkonového spínacího prvku 4 je připojena na anodu nulové diody 7, která současně tvoří výstup 8 spínače. Nulová dioda 7 je pak svou katodou připojena na kladnou svorku 2 zdroje 1 stejnosměrného napětí U_B . Jak je dále zřejmé z obr. 1, je mezi druhou elektrodou 6 vypínatelného výkonového spínacího

prvku 4 a anodu nulové diody 7 vřazena oddělovací dioda 9, která je připojena na anodu nulové diody 7 svou anodou a na druhou elektrodu 6 vypínatelného výkonového spínacího prvku 4 svou katodou. Na druhou elektrodu 6 vypínatelného výkonového spínacího prvku 4 je pak rovněž připojen svou první svorkou 11 odlehčovací dvoupól 10, který je svou druhou svorkou 12 připojen na kladnou svorku 2 zdroje 1 stejnosměrného napětí U_B .

V základní variantě zapojení odlehčovacího dvoupólu 10, znázorněné na obr. 2, je tento odlehčovací dvoupól 10 tvořen první diodou 13, která je svou katodou připojena na anodu třetí diody 15. Třetí dioda 15 je svou katodou připojena přes cívkou 19 a s ní v serií zapojený druhý kondenzátor 18 na anodu první diody 13, která je svou katodou dále připojena přes první kondenzátor 17 na katodu druhé diody 14. Druhá dioda 14 je potom svou anodou připojena na spoj mezi cívkou 19 a druhým kondenzátorem 18. U této základní varianty zapojení odlehčovacího dvoupólu 10 představuje anoda první diody 13 první svorku 11 odlehčovacího dvoupólu 10 a katoda druhé diody 14 druhou svorku 12 odlehčovacího dvoupólu 10.

U upravené varianty zapojení odlehčovacího dvoupólu 10, vyznačené na obr. 3, je tento odlehčovací dvoupól 10 tvořen první diodou 13, která je svou katodou připojena na anodu třetí diody 15. Třetí dioda 15 je svou katodou připojena přes cívkou 19 a s ní v serií zapojený druhý kondenzátor 18 na anodu první diody 13, která je svou katodou dále připojena přes první kondenzátor 17 na katodu druhé diody 14. Druhá dioda 14 je svou anodou připojena na spoj mezi cívkou 19 a druhým kondenzátorem 18 a svou katodou je dále připojena přes odpor 20 na katodu čtvrté diody 16. Čtvrtá dioda 16 je potom svou anodou připojena na katodu třetí diody 15. Obdobně jako u základní varianty zapojení odlehčovacího dvoupólu 10 představuje i zde anoda první diody 13 první svorku 11 odlehčovacího dvoupólu 10 a katoda druhé diody 14 druhou svorku 12 odlehčovacího dvoupólu 10.

U jiné možné upravené varianty zapojení odlehčovacího dvoupólu 10, vyznačené na obr. 4, je tento odlehčovací dvoupól 10 tvořen první diodou 13, která je svou katodou připojena přes cívku 19 na anodu třetí diody 15. Třetí dioda 15 je svou katodou připojena přes druhý kondenzátor 18 na anodu první diody 13, ke které je dále připojena i anoda čtvrté diody 16. Čtvrtá dioda 16 je svou katodou připojena přes odpor 20 na anodu třetí diody 15, která je svou katodou dále připojena na anodu druhé diody 14. Druhá dioda 14 je potom svou katodou připojena přes první kondenzátor 17 na katodu první diody 13. Analogicky jako u předchozích variant zapojení odlehčovacího dvoupólu 10 představuje i zde anoda první diody 13 první svorku 11 odlehčovacího dvoupólu 10 a katoda druhé diody 14 druhou svorku 12 odlehčovacího dvoupólu 10.

Princip činnosti spínače s vypínatelným výkonovým spínacím prvkem 4 v zapojení podle vynálezu je následující.

Předpokládá se, že v zapojení spínače s vypínatelným výkonovým spínacím prvkem 4 je užít odlehčovací dvoupól 10 v jeho základní variantě zapojení, vyznačené na obr. 2. Dále se předpokládá, že zdroj 1 stejnosměrného napětí U_B má schopnost energií v sobě též akumulovat a že zátěž spínače má odporově induktivní charakter s případným v serii zapojeným zdrojem proměnného napětí.

Za výchozí situaci se považuje stav, kdy vypínatelný výkonový spínací prvek 4 je sepnut a proud i_L zátěže protéká směrem, naznačeným na obr. 1, přes výstup 8 spínače, oddělovací diodu 9 a sepnutý vypínatelný výkonový spínací prvek 4 do záporné svorky 3 zdroje 1 stejnosměrného napětí U_B . První kondenzátor 17 odlehčovacího dvoupólu 10 je nabit na napětí o velikosti napětí U_B v takové polaritě, že jeho kladná elektroda je spojena s druhou svorkou 12 odlehčovacího dvoupólu 10 a druhý kondenzátor 18 odlehčovacího dvoupólu 10 je nabit rovněž na napětí o velikosti napětí U_B v takové polaritě, že jeho kladná elektroda je připojena na anodu druhé diody 14. Třetí dioda 15 je tedy v tomto okamžiku pólována napětím o velikosti

napětí U_B v závěrném směru. První kondenzátor 17 a druhý kondenzátor 18 mají oba s výhodou stejně velkou kapacitu a v okamžiku vypnutí vypínatelného výkonového spínacího prvku 4 se tedy proud i_L zátěže rozdělí na dvě poloviny, z nichž jedna vybíjí první kondenzátor 17 přes první diodu 13 a druhá vybíjí druhý kondenzátor 18 přes druhou diodu 14 z původního napětí U_B na nulové napětí. V okamžiku vypnutí vypínatelného výkonového spínacího prvku 4 převezmou tedy první kondenzátor 17 i druhý kondenzátor 18 celý proud i_L zátěže až do okamžiku, kdy se zcela vybíjí na nulové napětí a vedení proudu i_L zátěže převezme nulová dioda 7. Budou-li mít první kondenzátor 17 i druhý kondenzátor 18 dostatečně velkou kapacitu vzhledem k proudu i_L zátěže a k délce vypínací doby vypínatelného výkonového spínacího prvku 4, pak lze pomocí nich zajistit, že proud i_L zátěže, tekoucí vypínatelným výkonovým spínacím prvkem 4, zanikne při jeho vypnutí dříve, než napětí na něm vzroste na příliš velkou hodnotu. Tím budou velmi výrazně omezeny výkonové ztráty na vypínatelném výkonovém spínacím prvkem 4 při jeho vypínání. První kondenzátor 17 i druhý kondenzátor 18 zůstávají vybity po celou dobu, kdy je vypnut vypínatelný výkonový spínací prvek 4. K jejich novému nabití na napětí o velikosti napětí U_B dojde v okamžiku opětného sepnutí vypínatelného výkonového spínacího prvku 4 následujícím způsobem. První dioda 13 a druhá dioda 14 jsou pólovány v závěrném směru napětím o velikosti napětí U_B a v dalším ději se neuplatní. Vypínatelný výkonový spínací prvek 4 svým sepnutím způsobí připojení seriového rezonančního obvodu, tvořeného prvním kondenzátorem 17, třetí diodou 15, cívkou 19 a druhým kondenzátorem 18, na zdroj 1 stejnosměrného napětí U_B . Tímto seriovým rezonančním obvodem protече sinusový rezonanční proudový pulsknit, po jehož ukončení budou první kondenzátor 17 i druhý kondenzátor 18 nabity na napětí o velikosti napětí U_B , neboť během rezonančního děje jsou první kondenzátor 17 i druhý kondenzátor 18 zapojeny v serii a mají stejnou velikost kapacity. Při uvažovaném stejném rezonančním ději by se při využití pouze jednoho ekvivalentního kondenzátoru tento nabil na napětí rovné dvojnásobku napětí U_B .

Třetí dioda 15 ukončuje rezonanční děj právě v jeho půlperiodě a nedovoluje změnu směru toku proudu v seriovém rezonančním obvodu. První kondenzátor 17 i druhý kondenzátor 18 zůstávají nabity na napětí o velikosti napětí U_B a jsou připraveny k novému cyklu.

Vzhledem k tomu, že reálná třetí dioda 15 má vždy určitou konečnou dobu zotavení v závěrném směru, dovolí během této doby protékání proudu v závěrném směru. V okamžiku jejího zotavení a uzavření je však v cívce 19 akumulována určitá energie, způsobená špičkovou hodnotou zotavovacího proudu třetí diody 15. Pokud nemá dojít k maření této, byť i malé, energie ve třetí diodě 15 a pokud se má současně zabránit jejímu přídavnému napětovému namáhání, pak místo odlehčovacího dvoupólu 10 v jeho základní variantě zapojení podle obr. 2, lze použít buď upravené varianty zapojení odlehčovacího dvoupólu 10 podle obr. 3, popřípadě jiné možné upravené varianty zapojení odlehčovacího dvoupólu 10 podle obr. 4. Funkce těchto odlehčovacích dvoupólů 10 je zcela stejná, jsou však navíc vybaveny čtvrtou diodou 16 a odporem 20, ve kterém dochází ke zmaření energie, nahromážděné v cívce 19 a způsobené zotavovacím proudem třetí diody 15. U upravené varianty zapojení odlehčovacího dvoupólu 10 podle obr. 3 dochází k demagnetizaci cívky 19 tak, že proud protéká cestou od první svorky 11 odlehčovacího dvoupólu 10 přes druhý kondenzátor 18, cívku 19, čtvrtou diodu 16 a odpor 20 na druhou svorku 12 odlehčovacího dvoupólu 10. U jiné možné upravené varianty zapojení odlehčovacího dvoupólu 10 podle obr. 4 dochází k demagnetizaci cívky 19 tak, že proud protéká cestou od první svorky 11 odlehčovacího dvoupólu 10 přes čtvrtou diodu 16, odpor 20, cívku 19 a první kondenzátor 17 na druhou svorku 12 odlehčovacího dvoupólu 10. Vzhledem k tomu, že špička zotavovacího proudu třetí diody 15 je však řádově menší, než amplituda sinusového rezonančního proudového půlkmitu, je energie, mařená v odporu 20 přibližně o dva řády menší, než energie, soustředěná v prvním kondenzátoru 17 a druhém kondenzátoru 18, což ve svém důsledku znamená, že použití odporu 20 nenarušuje princip bezeztrátovosti odlehčovacího dvoupólu 10.

Vypínatelný výkonový spínací prvek 4 je sice při sepnutí přidavně proudově namáhán sinusovým rezonančním proudovým půlmitem, ale vzhledem k tomu, že v době trvání sinusového rezonančního proudového půlkmitu jsou první kondenzátor 17 a druhý kondenzátor 18 zapojeny v serii, kdy je jejich efektivní kapacita poloviční, přičemž v době vypínání vypínatelného výkonového spínacího prvku 4 pracují první kondenzátor 17 a druhý kondenzátor 18 paralelně, kdy je jejich efektivní kapacita dvojnásobná, je pak poměr jejich efektivních kapacit při vybíjení vůči nabíjení čtyři ku jedné, což zajišťuje minimalizaci amplitudy a doby trvání sinusového rezonančního proudového půlkmitu. Proto je přidavné proudové namáhání vypínatelného výkonového spínacího prvku 4 v zapojení spínače podle vynálezu velmi malé i při krátké době trvání sinusového rezonančního proudového půlkmitu. Krátká doba trvání sinusového rezonančního proudového půlkmitu je důležitá i z toho hlediska, že určuje minimální potřebnou dobu sepnutí vypínatelného výkonového spínacího prvku 4.

U řešení zapojení spínače podle vynálezu dovoluje oddělovací dioda 9, vřazená mezi druhou elektrodu 6 vypínatelného výkonového spínacího prvku 4, ke které je připojena svou katodou, a anodu nulové diody 7, ke které je připojena svou anódou, spolupráci tohoto spínače se spínačem v zrcadlově převrácené konfiguraci, t.j. se vzájemně zaměněnými polohami vypínatelného výkonového spínacího prvku 4 a nulové diody 7, kdy oba tyto spínače mohou spolupracovat ve dvoukvadrantovém pulsním měniči, u kterého je zátěž připojena mezi výstupy obou spínačů, nebo mohou spolupracovat ve čtyřkvadrantovém pulsním měniči, u kterého jsou výstupy obou spínačů spojeny a tvoří spolu výstup jedné větve můstkového uspořádání čtyřkvadrantového pulsního měniče. Princip činnosti oddělovací diody 9 je potom následující. Je-li vypínatelný výkonový spínací prvek 4 ve vypnutém stavu, vtéká proud i_L zátěže směrem, naznačeným na obr. 1, přes nulovou diodu 7 do kladné svorky 2 zdroje 1 stejnosměrného napětí U_B , přičemž výstup 8 spínače má stejný potenciál

jako kladná svorka 2 zdroje 1 stejnosměrného napětí U_B a první kondenzátor 17 i druhý kondenzátor 18 jsou vybity na nulové napětí. Bude-li nyní výstup 8 spínače podle vynálezu vnučován vlivem činnosti spolupracujícího zrcadlově převráceného spínače potenciál nižší, začne být oddělovací dioda 9 pólována v závěrném směru a zabrání nabíjení prvního kondenzátoru 17 i druhého kondenzátoru 18.

Například v uvažované jedné větvi čtyřkvadrantového pulsního měniče má proud i_L zátěže v době, kdy je v činnosti spolupracující zrcadlově převrácený spínač, opačný směr průtoku, než jak je naznačeno na obr. 1. Pak v době, kdy proud i_L zátěže protéká nulovou diodou spolupracujícího zrcadlově převráceného spínače, má výstup 8 spínače podle vynálezu potenciál stejný, jako je potenciál záporné svorky 3 zdroje 1 stejnosměrného napětí U_B a nutně by tedy došlo k nabíjení prvního kondenzátoru 17 i druhého kondenzátoru 18. Oddělovací dioda 9 je však v této chvíli pólována v závěrném směru a nedovolí nabíjení prvního kondenzátoru 17 a druhého kondenzátoru 18. V případě, že by oddělovací dioda 9 nebyla ve spínači podle vynálezu použita, došlo by k nabití prvního kondenzátoru 17 a druhého kondenzátoru 18 a v okamžiku dalšího sepnutí vypínatelného výkonového spínacího prvku spolupracujícího zrcadlově převráceného spínače by došlo k vybití prvního kondenzátoru 17 a druhého kondenzátoru 18 zkratovým proudem přes vypínatelný výkonový spínací prvek spolupracujícího zrcadlově převráceného spínače se zvýšenou pravděpodobností jeho zničení.

Při uvažovaném užití spínače podle vynálezu ve dvoukvadrantovém pulsním měniči, může během jeho činnosti nastat situace, kdy dochází k zániku proudu i_L zátěže, to znamená, že proud i_L zátěže klesne na nulovou hodnotu při vypnutí vypínatelného výkonového spínacího prvku 4 a při současném vypnutí vypínatelného výkonového spínacího prvku spolupracujícího zrcadlově převráceného spínače. V okamžiku zániku proudu i_L zátěže přestává proud i_L zátěže protékat nulovou diodou 7 a nulovou diodou spolupracujícího zrcadlově převráceného spínače a dojde k nabíjení prvního kondenzátoru 17 a druhého kondenzátoru 18 přes impedanci zátěže a přes stejně se nabíjející první kon-

denzátor a druhý kondenzátor spolupracujícího zrcadlově převráceného spínače. Vlivem odporově induktivního charakteru zatě-
žovací impedance dojde buď k aperiodickému tlumenému nabíjení
prvního kondenzátoru 17 a druhého kondenzátoru 18 na napětí
o velikosti rovné polovině napětí U_B , nebo dojde k periodickým
tlumeným kmitům a výměně energie mezi induktivní složkou zatě-
žovací impedance a prvním kondenzátorem 17 a druhým kondenzá-
torem 18. V obou případech pak při opětovném sepnutí vypína-
telného výkonového spínacího prvku 4 spínače podle vynálezu
nemůže dojít ke správnému nabití prvního kondenzátoru 17 a dru-
hého kondenzátoru 18 na plné napětí o velikosti napětí U_B ,
potřebné ke správné činnosti odlehčovacího dvoupólu 10. Tomuto
jevu právě zabrání oddělovací dioda 9, která nedovolí nabíjení
prvního kondenzátoru 17 a druhého kondenzátoru 18 přes zatě-
žovací impedanci v době vypnutí vypínatelného výkonového spí-
nacího prvku 4 spínače podle vynálezu.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

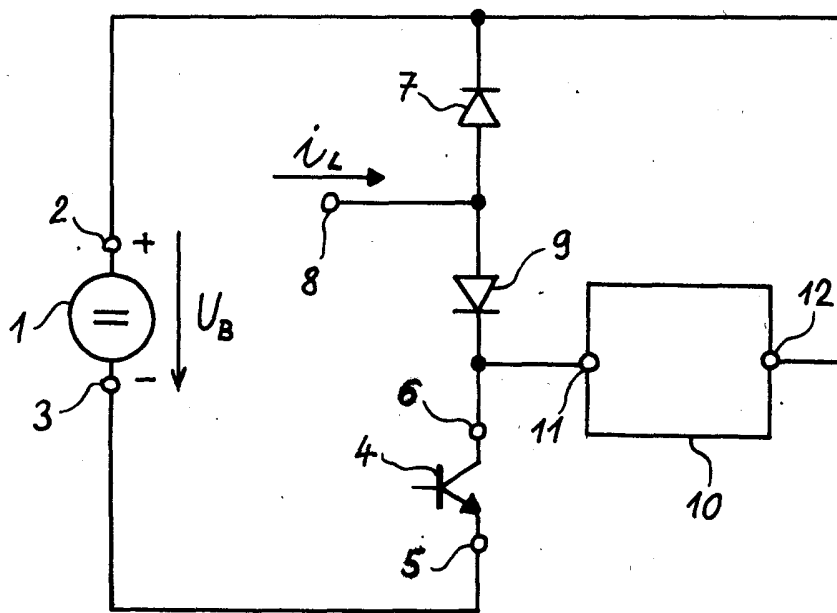
252 270

1. Zapojení spínače s vypínatelným výkonovým spínacím prvkem, jehož první elektroda je připojena na zápornou svorku zdroje stejnosměrného napětí a jehož druhá elektroda je připojena na anodu nulové diody, jejíž katoda je připojena na kladnou svorku zdroje stejnosměrného napětí, přičemž anoda nulové diody tvoří výstup spínače, vyznačující se tím, že mezi druhou elektrodu (6) vypínatelného výkonového spínacího prvku (4) a anodu nulové diody (7) je vřazena oddělovací dioda (9), připojená na druhou elektrodu (6) vypínatelného výkonového spínacího prvku (4) svou katodou a svou anodou na anodu nulové diody (7), přičemž na druhou elektrodu (6) vypínatelného výkonového spínacího prvku (4) je připojen odlehčovací dvoupól (10) svou první svorkou (11), který je svou druhou svorkou (12) připojen na kladnou svorku (2) zdroje (1) stejnosměrného napětí (U_B).
2. Zapojení podle bodu 1, vyznačující se tím, že odlehčovací dvoupól (10) je tvořen první diodou (13), jejíž katoda je připojena na anodu třetí diody (15), jejíž katoda je připojena přes cívku (19) a s ní v serií zapojený druhý kondenzátor (18) na anodu první diody (13), jejíž katoda je dále připojena přes první kondenzátor (17) na katodu druhé diody (14), jejíž anoda je připojena na spoj mezi cívku (19) a druhým kondenzátorem (18), přičemž anoda první diody (13) tvoří první svorku (11) odlehčovacího dvoupólu (10) a katoda druhé diody (14) tvoří druhou svorku (12) odlehčovacího dvoupólu (10).
3. Zapojení podle bodu 1, vyznačující se tím, že odlehčovací dvoupól (10) je tvořen první diodou (13), jejíž katoda je připojena na anodu třetí diody (15), jejíž katoda je připojena přes cívku (19) a s ní v serií zapojený druhý kondenzátor (18) na anodu první diody (13), jejíž katoda je dále připojena přes první kondenzátor (17) na katodu druhé

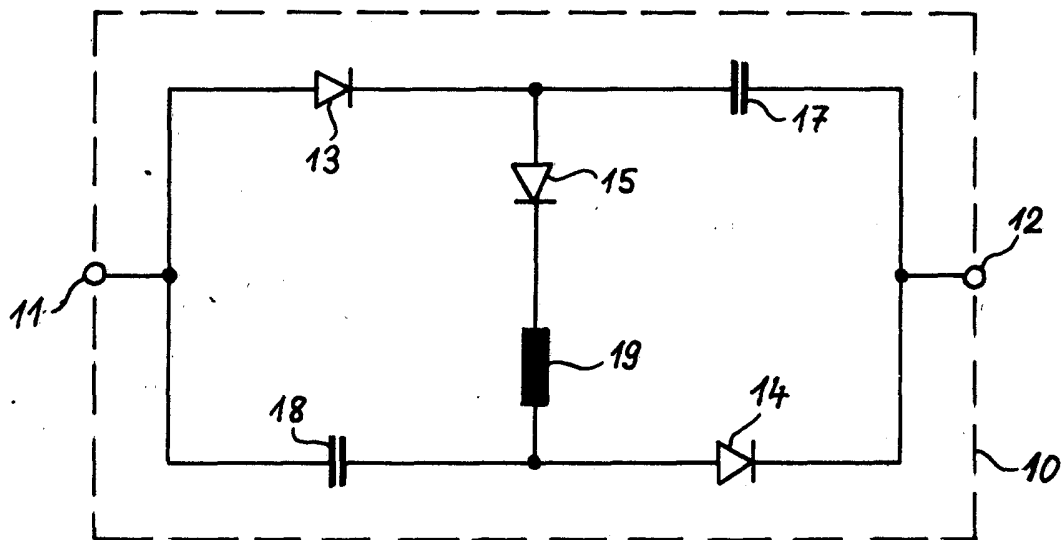
diody (14), jejíž anoda je připojena na spoj mezi cívkou (19) a druhým kondenzátorem (18) a jejíž katoda je dále připojena přes odpor (20) na katodu čtvrté diody (16), jejíž anoda je připojena na katodu třetí diody (15), přičemž anoda první diody (13) tvoří první svorku (11) odlehčovacího dvoupólu (10) a katoda druhé diody (14) tvoří druhou svorku (12) odlehčovacího dvoupólu (10).

4. Zapojení podle bodu 1, vyznačující se tím, že odlehčovací dvoupól (10) je tvořen první diodou (13), jejíž katoda je připojena přes cívku (19) na anodu třetí diody (15), jejíž katoda je připojena přes druhý kondenzátor (18) na anodu první diody (13), ke které je dále připojena anoda čtvrté diody (16), jejíž katoda je připojena přes odpor (20) na anodu třetí diody (15), jejíž katoda je dále připojena na anodu druhé diody (14), jejíž katoda je připojena přes první kondenzátor (17) na katodu první diody (13), přičemž anoda první diody (13) tvoří první svorku (11) odlehčovacího dvoupólu (10) a katoda druhé diody (14) tvoří druhou svorku (12) odlehčovacího dvoupólu (10).

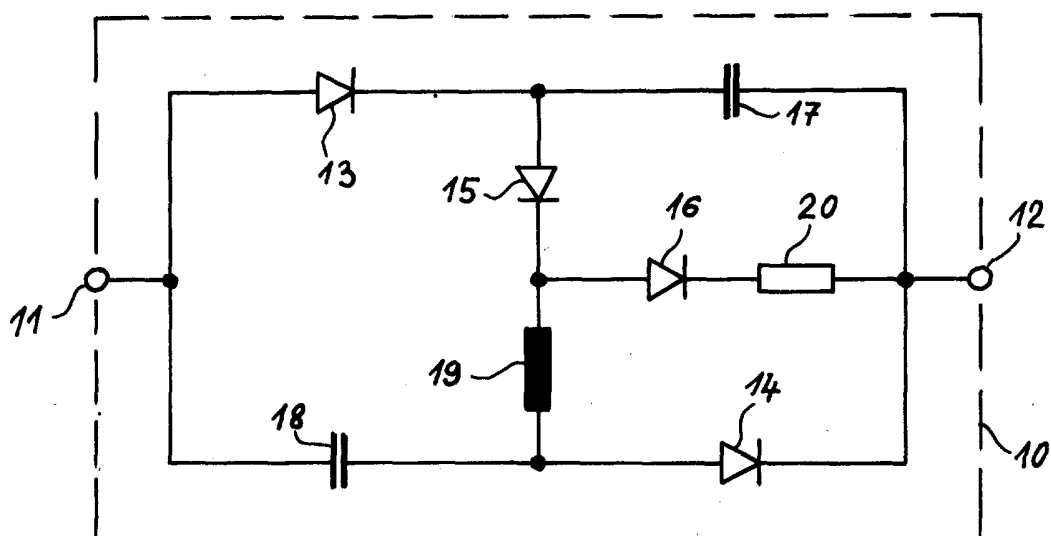
2 výkresy



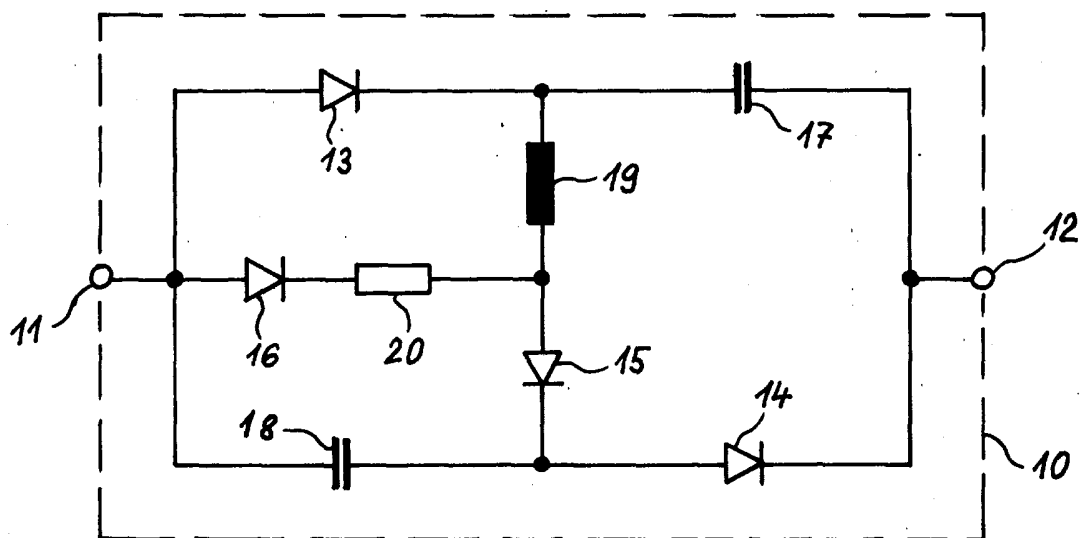
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4